

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 05-298737

(43) Date of publication of application : 12.11.1993

(51)Int.CI. G11B 7/125  
G11B 7/00  
G11B 7/007  
G11B 11/10

(21) Application number : 04-100897

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22) Date of filing : 21.04.1992

(72)Inventor : KIRINO FUMIYOSHI

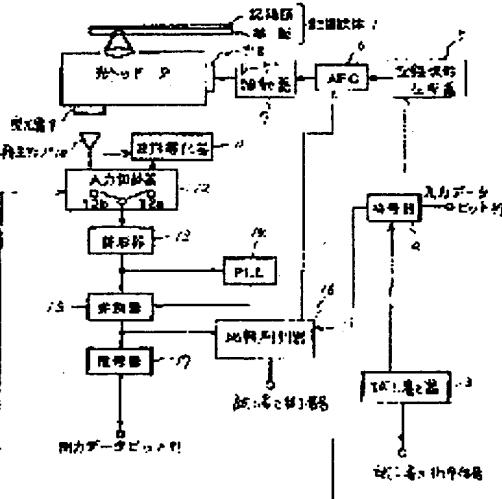
IDE HIROSHI  
TODA TAKESHI  
MAEDA TAKESHI  
KAKU TOSHIMITSU  
MITA SEIICHI  
SHIGEMATSU KAZUO

(54) RECORDING AND REPRODUCING CONTROL METHOD OF INFORMATION

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a method for improving the reliability of information and recording capacity by controlling the length and width of a recording mark to be recorded in a recording medium with a high accuracy.

**CONSTITUTION:** The title method has a trial writing apparatus 3 for performing trial writing, a recording waveform generator 5 for generating a signal to be recorded in a recording medium and a comparative discriminator 16 for comparing a reproducing code array 25 obtained from a recording mark with a recording code array 20 so that the variation of the recording mark by the variation of recording sensitivity, etc., is reduced as much as possible.



---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.05.1998

[Date of sending the examiner's decision of 14.11.2000  
rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-298737

(43)公開日 平成5年(1993)11月12日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>  
G 11 B 7/125  
7/00  
7/007  
11/10

識別記号 庁内整理番号  
C 8947-5D  
L 9195-5D  
9195-5D  
Z 9075-5D

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数22(全 16 頁)

(21)出願番号 特願平4-100897

(22)出願日 平成4年(1992)4月21日

(71)出願人 000005108  
株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地  
(72)発明者 桐野 文良  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
(72)発明者 井手 浩  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
(72)発明者 戸田 剛  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

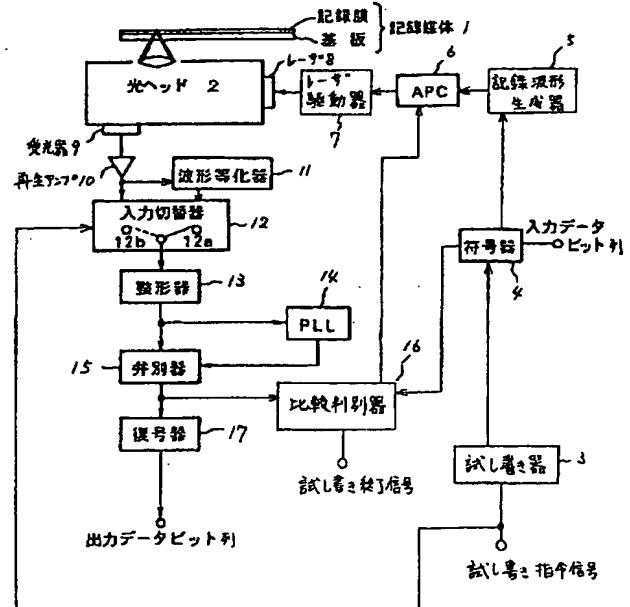
(54)【発明の名称】 情報の記録再生制御方法

(57)【要約】

【目的】 記録媒体に記録すべき記録マークの長さと幅を高精度に制御し、情報の信頼性及び記録容量の向上をはかる方法を提供することにある。

【構成】 試し書きを行なうための試し書き器3と記録媒体に記録すべき信号を発生させる記録波形生成器5と、記録マークから得られる再生符号列25と記録符号列20を比較する比較判別器16を具備し、記録感度変動等による記録マークの変動を極力低減する。

図1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】記録媒体と記録を行なう装置との適合性を向上させるために記録媒体の所定の位置に試し書きデータを記録し、記録された試し書きデータから得られる再生信号と上記試し書きデータとを比較し、比較により所定の結果を得られた場合に記録媒体に正規の情報の記録を開始し、光源からの光で記録媒体の所定の領域に光スポットを照射し、記録媒体上に未記録部分とは物理的に異なる記録領域を形成することにより情報の記録を行う記録方法において、上記試し書きデータならびに正規の情報の入力データビット列を記録を行う装置の符号列にし、該符号列を記録媒体に記録するためのデータ列を生成し、光源を駆動して記録媒体に記録領域を形成することによって記録を行なうことを特徴とする情報の記録再生制御方法。

【請求項2】前記記録された試し書きデータから得られる再生信号を、振幅や周波数特性等を改善するための波形等化器を通す前の状態で試し書きデータと比較することを特徴とする請求項1記載の情報の記録再生制御方法。

【請求項3】試し書きデータならびに正規の情報の入力データビット列の記録マークに応じた記録パルス列と記録補助パルスを発生させ、前記記録パルス列の先頭パルスと2番目以降のパルスの長さが異なり、2番目以降のパルス列のパルス長が記録マークの最小変化長の中に少なくとも1つのパルスが対応し、記録マークの最小変化長でのパルスの最終の立ち下げ位置近傍への他のパルス列からの熱の影響がほぼ無視できるような記録パルス列または、一定の熱の流入となるような記録パルス列を構成し、記録パルス列の前側及び後側の少なくとも一つに、前記記録パルス列からの熱が他の記録パルス列にほとんど影響を及ぼないような休止期間を持つ前記記録補助パルスを設け、記録に関して少なくとも2つの光強度または、2つのエネルギーレベルを設けるように光源を駆動することを特徴とする請求項1記載の情報の記録再生制御方法。

【請求項4】前記記録パルス列と前記記録補助パルスの光強度を変調することによって、情報の重ね書きを可能とする記録媒体を用い、記録パワーと消去パワーに適用させたことを特徴とする請求項3記載の情報の記録再生制御方法。

【請求項5】少なくともレーザー光と外部印加磁界とを用いて記録、再生、或いは消去を行う光記録において、記録パルスとしてレーザー光を不連続でかつ微小なパルスから構成されたものを記録媒体に照射して記録することにより記録媒体内を拡散する熱の流れを制御し、形成される磁区の幅と長さを制御したことを特徴とする光磁気記録の記録制御方式。

【請求項6】少なくともレーザー光と外部印加磁界とを用いて記録、再生、或いは消去を行う光記録において、

用いる記録パルスとして少なくともデータ記録領域及びプリヒート領域の2つの部分よりなることを特徴とする光磁気記録の記録制御方式。

【請求項7】少なくともレーザー光と外部印加磁界とを用いて記録、再生、或いは消去を行う光記録において、記録パルスと記録パルスとの間に一定期間の記録レベルの低い部分を設け、さらに優位にはその部分により記録パルスからの熱流を制御しピット間の熱による干渉を抑制したことを特徴とする光磁気記録の記録制御方式。

【請求項8】請求項5～7記載の記録パルスのデータ記録領域において、少なくとも2種類のパワーレベルから構成されることを特徴とする光磁気記録の記録制御方式。

【請求項9】請求項5～8記載の記録パルスのデータ記録領域において、レーザーパワーが請求項4記載の記録のパワーレベルと請求項2記載のプリヒート領域のパワーレベルとの間で変調したことを特徴とする光磁気記録の記録制御方式。

【請求項10】請求項7及び8記載の記録パルスのデータ記録領域において、用いる不連続でかつ微小なパルスのパルス幅を少なくとも先頭のパルスの幅をその後方のパルスの幅より長くしたことを特徴とする光磁気記録の記録制御方式。

【請求項11】請求項7及び8記載の記録パルスのデータ記録領域において、用いる不連続でかつ微小なパルスのパルス幅及び／或いは間隔をすべて等しくしたことを特徴とする光磁気記録の記録制御方式。

【請求項12】請求項7及び8記載の記録パルスのデータ記録領域において、用いる不連続でかつ微小なパルスのパルス幅を制御するのに記録クロックにより行い、それにより形成される検出窓幅の整数分の一としたことを特徴とする光磁気記録の記録制御方式。

【請求項13】請求項7及び8記載の記録パルスのデータ記録領域において、用いる不連続でかつ微小なパルスのパルス間隔を制御するのに記録クロックにより行い、それにより形成される検出窓幅の整数分の一としたことを特徴とする光磁気記録の記録制御方式。

【請求項14】請求項7及び8記載の記録パルスのデータ記録領域において、用いる不連続でかつ微小なパルスのパワーレベルを少なくとも先頭のパルスのパワーレベルを後方のパルスのそれより高くしたことを特徴とする光磁気記録の記録制御方式。

【請求項15】請求項7記載の少なくともレーザー光と外部印加磁界とを用いて記録、再生、或いは消去を行う光記録において、記録パルスと記録パルスとの間に設けた一定期間の記録レベルの低い部分において、その間隔を制御するのに記録クロックにより行い、それにより形成される検出窓幅の整数分の一としたことを特徴とする光磁気記録の記録制御方式。

【請求項16】請求項6記載の少なくともレーザー光と

外部印加磁界とを用いて記録、再生、或いは消去を行う光記録において、記録パルスと記録パルスとの間に設けた一定期間の記録レベルの低い部分において、そのパワーレベルとしてトラック位置合わせや焦点位置合わせが可能なレベルとし、さらに優位にはそのレベルが再生光と同一であることを特徴とする光磁気記録の記録制御方式。

【請求項17】少なくともレーザー光と外部印加磁界とを用いて記録、再生、或いは消去を行う光記録において、用いる記録パルスとして少なくともデータ記録領域及びプリヒート領域の2つの部分よりなり、さらにその記録パルスと記録パルスとの間に設けた一定期間の記録レベルの低い部分を用いる記録媒体或いは使用環境条件に応じてその設定値のすべて或いはその内の少なくとも1つを独立してあるいは連動させて変化させたことを特徴とする光磁気記録の記録制御方式。

【請求項18】請求項5記載の形成する磁区の長さを制御するのに、記録パルスとして用いる不連続でかつ微小なレーザーパルスの発光させるパルスの数により制御したことを特徴とする光磁気記録の記録制御方式。

【請求項19】記録媒体や記録を行なう装置が経時的に変化することによって互いの適合性が低下することを極力低減するために、正規の情報の入力データビット列を記録した直後に、再生を行ない前記比較判別器で入力データビット列と出力データビット列を比較することによって、前記適合性を判別するとともに記録を行なう装置の記録条件等の変更を行なうことを特徴とする請求項1記載の情報の記録再生制御方法。

【請求項20】請求項1と3において、試し書きによって記録波形の中で記録パルスのレベルか補助パルスのレベルかの少なくとも1つのレベルを制御することを特徴とする情報の記録再生制御方法。

【請求項21】請求項1と3において、試し書きのデータとして記録波形の中で記録パルスのレベルか補助パルスのレベルかの少なくとも1つのレベルを段階的に変化させたデータ列を発生させ、これらのデータ列からの再生信号より上記レベルを設定することを特徴とする情報の記録再生制御方法。

【請求項22】少なくともレーザー光と外部印加磁界とを用いて記録、再生、或いは消去を行う光記録において、用いる記録パルスとして少なくともデータ記録領域及びプリヒート領域の2つの部分よりなり、そのデータ記録領域が微小パルスの集合体よりなり、さらにその記録パルスと記録パルスとの間に設けた一定期間の記録レベルもしくはプリヒートレベルより低い部分を有するものを記録パルス列として用い、データ記録領域の複数の微小パルスの集合体においてその1つ1つのパルスの幅及び高さ(レベル)を制御することにより記録磁区の幅を制御したことを特徴とする光磁気記録の記録制御方式

【発明の詳細な説明】

### 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、記録媒体上に記録再生を行なう情報記録再生装置に係り、特に熟的記録による記録マークの高精度な記録再生制御方法に関する。

### 【0002】

【従来の技術】従来の記録方式は、特開平3-22223号公報に記載のように、記録マークの記録符号列をパルス化して記録符号列の長さに対応する一連のパルス列を形成し、パルス列の長さ、振幅を記録符号列の直前にある記録符号列の逆相の長さに応じて制御し、パルス列を3つの部分に分け、各パルスのパルス幅を変化させて記録を行なう方式となっていた。

### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術は、記録媒体の膜厚変動や環境温度変動による記録媒体に対する記録感度変動が発生する点について考慮されておらず、高精度に記録マークを制御できなため記録容量の低下を引き起こす問題があった。

【0004】本発明の目的は、前記記録感度変動による記録マークの変動を極力抑制し、高精度な記録マーク制御をすることにある。

【0005】本発明の他の目的は、記録再生装置と記録媒体との相性を向上させるとともに、記録再生装置による記録感度変動も抑圧することにある。

【0006】本発明の他の目的は、記録再生装置の信頼性及び記憶容量や情報の転送レートを向上させることにある。

### 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、記録媒体と記録を行なう装置との適合性を向上させるために、あらかじめ記録媒体の所定の位置に試し書きを行い、試し書きによって得られる再生信号と試し書きデータとを比較し、良好な結果を得られた後に正規の情報の記録を開始するものである。

【0008】また、試し書きデータならびに正規の情報の入力データビット列を、記録を行なう装置の符号列にするとともに、前記符号列を記録媒体に記録するためのデータ列を生成し、レーザ光源を駆動して記録媒体に記録領域を形成することによって、正確な記録を行なうものである。

【0009】さらに、試し書きによる正確な記録状態の判別を行なうために、再生信号の振幅や周波数特性等の改善を実施しない状態で、記録条件の良否を判別するようしたものである。

【0010】上記他の目的を達成するために、試し書きデータならびに正規の情報の入力データビット列の記録マークに応じた記録パルス列と記録補助パルスを発生させ、記録パルス列と記録補助パルスに対する2つの光強度または、2つのエネルギーレベルを用いて記録媒体に記録したものである。

【0011】上記他の目的を達成するために、記録パルス列と記録補助パルスの光強度を変調することによって、情報の重ね書きを可能とする記録媒体において、記録パワーと消去パワーに適用させたものである。

【0012】上記他の目的を達成するために、正規の情報の入力データビット列を記録した直後に、再生を行ない入力データビット列と出力データビット列を比較するものである。

【0013】また、あらかじめ記録媒体の所定の位置に試し書きを行い、試し書きによって得られる再生信号と試し書きデータとを比較し、良好な結果を得られた後に正規の情報の記録を開始するにあたって、試し書きデータならびに正規の情報の入力データビット列を、記録を行う装置の符号列にするとともに、前記符号列を記録媒体に記録するためのデータ列を生成し、レーザ光源を駆動して記録媒体に記録領域を形成する記録波形において、記録マークに応じた記録パルス列と記録補助パルスに対する光強度またエネルギーレベルを制御するものである。

#### 【0014】

【作用】試し書きは記録媒体と記録を行なう装置との適合性を向上させるために、あらかじめ記録媒体の所定の位置に、記録媒体の交換にともなう記録媒体の膜厚変動等や、環境温度変動及び記録を行なう装置の特性変化による記録媒体に対する記録感度変動等を検知するために、記録すべき厳しい記録マークを正規の情報の記録を行なう前に記録媒体上に書き込む動作をする。さらに、記録した試し書きデータから得られる再生信号と試し書きデータとを比較し、良好な結果を得られるように記録するための記録波形の光強度またはエネルギーを変化させて記録媒体と記録装置との適合を図るように動作する。それによって、常に記録媒体に対する最適な記録条件を得ることが出来るので、上述した記録感度変動にともなう情報の記録誤動作がなくなるとともに信頼性のある記録再生が出来る。

【0015】また、正規の情報の記録直後またはある周期での記録再生を行ない、入力データビット列と出力データビット列を比較し、誤動作した場合、上述した試し書きを行なうことによって信頼性のある記録再生が出来る。

【0016】さらに、正規の情報の記録直後またはある周期での記録再生によって行なわれる試し書きを極力低減するために、記録マークに応じた記録パルス列と記録補助パルスを発生させ、記録パルス列と記録補助パルスに対する2つの光強度または、2つのエネルギーレベルを用いて記録媒体の温度をほぼ一定にして記録マークの長さや幅を制御した記録である。

#### 【0017】

【実施例】以下、本発明の実施例を説明する。図1は、本発明の装置構成の一実施例を示す。情報記録再生装置

は、情報を記憶させるための記録媒体1と記録再生を実現するための光ヘッド2と光ヘッド2から得られた再生信号を情報に変換する処理系から構成される。記録媒体1は、記録膜とそれを保持する基板から構成される。

【0018】光ヘッド2は、レーザ8から出射される光を記録媒体1上に絞り込む。情報の記録時は、入力データビット列(情報)が、符号器4に入力され、符号器4から出力される記録符号列が記録波形生成器5に導かれ、記録波形生成器5によって得られる記録波形がAPC6に入力され、記録符号列に応じた光強度がレーザ8から出力される。情報の再生時は、記録媒体1から反射された光が受光器9に導かれ電気信号に変換される。該信号は、再生アンプ10に入力され、波形等化器11と入力切替器12に出力される。入力切替器12は試し書き指令信号に応じて、再生アンプ10または波形等化器11のどちらかの再生信号を整形器13に出力し、信号の有無を表すパルス信号に変換される。該パルス信号は、弁別器15とPLL14に導かれる。PLL14から出力される同期信号(パルス信号の基本周期に同期した信号)は、弁別器15に入力される。弁別器15は、上記パルス信号と同期信号から検出符号列を生成し、復号器17によって、データビット列(情報)を出力する。また弁別器15の検出符号列は比較判別器16に出力される。比較判別器16は、試し書き指令信号によって動作する試し書き器3からの試し書きデータが符号器4に出力し、また試し書き指令信号によって動作する入力切り替え器12は、再生アンプ10の出力を整形器13に出力するように切り替え、符号器4からの記録符号列と弁別器15からの再生符号列を比較し、記録符号列からの再生符号列の差異を打ち消すようにレーザ8を駆動するレーザ駆動器7を制御するAPC6を制御する制御信号を出力し、記録符号列からの再生符号列の差異がある程度小さくなつて、許容できる範囲で試し書き終了信号を出力する。

【0019】試し書き終了信号が出力されてから、入力切り替え器12は、波形等化器11の出力を整形器13に出力するように切り替え、正規の記録再生動作を開始する。正規の記録動作を開始した後も、比較判別器16で記録符号列からの再生符号列の差異が許容できる範囲であることを確認するようにし、許容できない場合は上述した試し書き動作を開始させ、試し書き終了信号が出力したら、再度正規の記録動作を続ける。また、比較判別器16で記録符号列からの再生符号列の差異を確認する場合、入力切り替え器12の出力が再生アンプ10の信号を出力するように動作させた方が精度良く検出できる。上記動作において、入力切り替え器12を用いなくても同様な動作を実現できる。比較判別器16での記録符号列からの再生符号列の差異を精度良く検出するためには、波形等化器11を用いない方がよい。

【0020】次に、図2を用いて本発明の装置の一動作

例を説明する。装置の電源等を投入することで装置を稼働させる。まず、記録媒体が装置に投入されているかを判断し、記録媒体がなければそのまま待機状態とする。記録媒体が装置にセットされたならば、投入された記録媒体と装置の適合性を確認するために、試し書きの動作を行なう。試し書きは、記録媒体の膜厚変動や環境温度変動による記録媒体に対する記録感度変動によって発生する記録マークの変動を極力低減するように記録パワーや記録パルス等を制御し、また、記録を行なう装置の変動を低減するようにし、記録信号と再生信号の比較判別を行ない記録信号と再生信号の差異が装置が正常に動作する範囲に抑圧し、試し書き終了信号を出力し装置の正規の動作（情報の記録再生）を開始させる。また、記録信号と再生信号の比較判別を行ない記録信号と再生信号の差異が大きい場合は、レーザーパワーを制御し、再度試し書きを正常に動作するまで行なう。また、記録媒体交換時も上述した試し書きを実施する。さらに、装置の正常動作時も、記録信号と再生信号を比較することで常に高精度な記録マークを記録することが可能となる。

【0021】図3は、本発明の記録媒体上に記録する記録方式の一実施例と記録された記録マークの関係について説明する。図1で説明した符号器4からの出力が記録符号列20である。記録符号列20は、記録波形生成器5によって、記録符号列20のパルス部に記録パルス列21を発生させる。記録パルス列21は、先頭パルスと2番目以降のパルスの長さが異なり、2番目以降のパルス列のパルス長が記録マークの最小変化長の中に少なくとも1つのパルスが対応し、記録マークの最小変化長でのパルスの最終の立ち下り位置近傍への他のパルス列からの熱の影響がほぼ無視できるような記録パルス列または、一定の熱の流入となるような記録パルス列から構成されている。記録符号列20のギャップ部（パルス部以外の休止期間部）に記録補助パルス22aを発生させる。記録補助パルス22aは、記録符号列20の立ち下がり位置からある程度のギャップ部を設けることによって、記録パルス列最終立ち下がり位置からの熱が次の記録パルス列の先頭立ち上がり位置の温度をほとんど変化させないようにする。

【0022】記録パルス列21と記録補助パルス22aを用いてレーザ1を駆動した場合のレーザパワーの記録符号列に応じた変化を横軸を時間、縦軸をレーザパワーとして表した。レーザパワーの差異手入れレベルが、再生時の再生パワーPr、記録の高いレベルが記録パルス列21の記録パワーPw、記録の低いレベルが記録補助パルス22aの記録パワーPasである。グラフのような記録波形を用いて、記録媒体に記録マーク23の長さと幅を高精度に制御する。また、記録媒体上の温度が一定に持たれることから記録マーク23の幅が一定のある範囲内で制御されるので、再生信号24の記録部の振幅が一定になる。再生信号24の中心またはあるレベル

で判別することによって、再生符号列25が生成される。

【0023】比較判別器16の一動作例として、図3の記録符号列20と再生符号列25のパルス部の長さやパルスの立上り位置または立ち下がり位置等の間隔を調べることによって、記録パワーが大き過ぎる場合は、再生符号列25のパルスの長さが長くなる。また、記録パワーが小さい場合は、逆に再生符号列25のパルスの長さが短くなる。検出方法としては既に、発明者の2名が出願した『ディジタル信号記録再生装置』、特願平2-170052に詳述されている。ここではさらに検出のための金物が大きくならない新たな方式を提案する。記録パターンとしては図5に示すような記録変調コードから決まる最短記録マークと最長記録マークを交互に記録する。変調方式として1-7変調を用いると、ビット周期をTとするとして1.33T, 5.33Tに対応する長さが良い。ビット密度を0.56ミクロン/ビット、使用レーザ波長を780nm、レンズのNAを0.55とすると最短マークは0.75ミクロンとなり、これから再生波形は光学系の分解能からみて、高調波成分は含まれず基本波のみとなる。一般的にこの再生波形は、最短マークが再生スポットの径よりも小さいので長さと、幅の両方の影響を受ける。一方、最長マークの再生波形の信号振幅は幅の影響のみで決まり、信号の立上り立ち下がり間隔はマーク長さに対応している。本発明のような記録波形を用いると最長記録マークと最短記録マークの幅はほぼ等しくできるので最短マークと最長マークの再生波形の違いは長さの違いとみなせる。マークの両エッジに情報をもたせる、所謂マーク長記録を行い、これをデータパルスに変換する2値化の方法として直接スライスする方法を採用するとするとスライスのレベルを正確に決める必要がある。このレベルはマークの幅が等しく、最短マーク長がスポット径の半分より長いときには最長マーク長の振幅レベルの半分の値に設定すれば良いことが分かっている。すなわち、マーク長が光スポットの半分よりも長いとマークエッジに光スポットがあるときには、このマークエッジからの再生信号は隣接マークのエッジからの影響を受けないので、最長マーク長で決まる振幅の半値でスライスしたときの再生波形との交点がマークのエッジに対応する。以上の理由により試し書きされた信号波形からマーク長さを検出するためにはまず、スライスの基準レベルを設定する必要がある。そのために最長マークの繰返しパターンの再生波形から基準レベルを求める。この方法として、最長マークの振幅の半値を求めるために、マークからの再生信号の上包絡線と下包絡線を示す信号をエンベロープ検出回路から作成し、これらの平均値と求めて基準レベルとする、本出願人が提案の方法が知られている。すなわち、特願昭58-77448の『光学的情報再生装置』である。また、別の方法として最長マークの繰返しパターンではマーク

長とマークギャップの長さが等しくなるように記録されているが、記録条件がずれてマーク長とマークギャップの長さのバランスが多少ずれても最長マークの繰返しパターンでは平均値はほとんど前述の方法で求めた値と等しくなる。これを求める方法として図6に示すような回路を用いる。再生波形を可変できるスライスレベルで2値化し、そのパルスの立上りで積分回路を起動し、充電を行い、立ち下がりで放電し、次のパルスの立上りのタイミングで積分器の値をサンプルホールドし、この値がゼロになるようにスライスレベルを変化するようにファードバックをかけ、スライスレベルが整定した時点でこのスライスレベルをアナログデジタル変換して取り込み記憶する。この動作を最短マークと最長マークについて同じように求め、それぞれの値をV1とV2とするとこの差がゼロとなるように記録条件を変化する。

【0024】図4に、本発明の記録媒体上に記録する記録方式の他の実施例を示す。図3と同様に、記録符号列20は、記録波形生成器5によって、記録符号列20のパルス部に記録パルス列21を発生させる。記録パルス列21は、先頭パルスと2番目以降のパルスの長さが異なり、2番目以降のパルス列のパルス長が記録マークの最小変化長の中に少なくとも1つのパルスが対応し、記録マークの最小変化長でのパルスの最終の立ち下げ位置近傍への他のパルス列からの熱の影響がほぼ無視できるような記録パルス列または、一定の熱の流入となるような記録パルス列から構成されている。記録符号列20のギャップ部(パルス部以外の休止期間部)に記録補助パルス22bを発生させる。記録補助パルス22bは、記録符号列20の立上り位置より以前と記録符号列20の

$$(T_{max} - T_r - K P_r) f(t) + T_r + K P_r + K (P_{as} - P_r) g(t) = T(t)$$

(式1)

1-7変調での検出窓幅をTwとすると、最短マーク長と最短ギャップはいずれも2Twとなる。前述の熱のバランスを考察するのに一番厳しい条件はマークギャップが最短の場合である。従ってマークギャップが終了して次のマーク部の最短時間はtが2Twのときであり、最長時間は8Twとなる。前のマークを記録したときの熱の影響が次のマークのパターンによらず影響をおよぼさないためにはT(t)はtの2Twから8Twの間で等しいことが望まれる。しかもこの一定値Cとしては次の

$$f(t) \rightarrow 0$$

$$g(t) \rightarrow 1 \quad (式2)$$

式2の極限として求められる。結局Cは

$$C = T_{max} - K' (P_w - P_{as}) \\ = T_r + K P_r + K (P_{as} - P_r)$$

(式3)

となる。

$$E(2Tw) = K' (P_w - P_{as}) f(2Tw)$$

$$- (1 - f(2Tw) - g(2Tw)) K (P_{as} - P_r) \quad (式4)$$

熱の流れを決める要素としては熱源の変化量を考えた方が判り易いことから、記録パルスのパワー変化をP

$$P_{w'} = P_w - P_{as}$$

立ち下がり位置からある程度のギャップ部を設けることによって、記録パルス列最終立ち下がり位置からの熱が次の記録パルス列の先頭立ち上がり位置の温度をほとんど変化させないようにする。

【0025】記録パルス列21と記録補助パルス22aを用いてレーザ1を駆動した場合のレーザパワーの記録符号列に応じた変化を横軸を時間、縦軸をレーザパワーとして表した。レーザパワーの最低レベルが再生時の再生パワーPr、記録の高いレベルが記録パルス列21の記録パワーPw、記録の低いレベルが記録補助パルス22aの記録パワーPasである。グラフのような記録波形を用いて、記録媒体に記録マーク23の長さと幅を高精度に制御する。また、記録媒体上の温度が一定に持たれることから記録マーク23の幅が一定のある範囲以内で制御されるので、再生信号24の記録部の振幅が一定になる。再生信号24の中心またはあるレベルで判別することによって、再生符号列25が生成される。以上の記録波形で制御されるディスク面上での温度分布を考察してみる。記録パルスによって到達する最高到達温度をTmaxとし、再生レーザパワーによる温度上昇を特定係数Kを用いて、KP\_rと表す。装置の環境温度をTrとし、記録レーザパワーによる温度上昇を特定係数K'を用いてK' (Pw - Pas)と表す。さらに、記録パルスの照射が終了した後の温度の低下割合を表す時間tに対する関数をf(t)とし、補助パルスが照射されてから温度が立ち上がる割合を表す関数をg(t)とすると、時間tの原点を記録パルスの終了時点として、温度T(t)は次のように表せる。

【0026】

マークの記録パルスによる温度上昇K' (Pw - Pas)が加算された結果として到達する最高到達温度が前のマークで到達した最高到達温度Tmaxに一致することがすべてのマークの幅が等しくなるために必要な条件となる。また一定値Cとして、少なくともtの2Twから8Twの間で熱のバランスがとれた結果として最終的に到達する温度であることが後続するマークに前のマークが影響をおよぼさないために必要である。この温度は式1において

$$g(t) \rightarrow 1 \quad (式2)$$

【0027】T(t)とCとの誤差をE(t)とすると

w'、補助光のパワー変化をPas' とすると

$$P_{as'} = P_{as} - P_r$$

(式5)

と書き替えられる。すると式4は

$$E(2Tw) = K' Pw' f(2Tw)$$

$$- (1 - f(2Tw)) - g(2Tw) K P_{as'}$$

(式6)

のようになる。この式をみると、右辺の第1項は前のマークの記録パルスによる影響であり、第2項が補助光による影響である。補助光を遮断することは第2項の係数を制御することであり、補助光の遮断がなければ、この項は定常にゼロとなり、原理的に記録パルスの影響を無くすことはできない。式6から分かることは前のマークの記録パルスの影響を無くすために $E(2Tw)$ がマ

$$T_{max} = T_r + K P_r + K P_{as'} + K' Pw'$$

(式7)

式7が求められる。ここで $T_{max}$ はスポット形状と線速度と媒体の熱伝導特性がきまるとマークの幅が決まり、さらに前述の記録パルス波形が決まるとマーク長さが決まるため、マークの幅と長さを一定に制御するためには $T_{max}$ を一定に抑えなくてはならない。すなわち、式7の右辺が一定でなくてはならない。すると環境温度、再生パワーが決まると $Pw'$ 、 $P_{as'}$ の和は一定でなくてはならない。ここで $K$ を決める要因はスポット形状と線速度と媒体の熱伝導特性であり、 $K'$ はそれらと記録パルス波形である。式6から誤差を小さくするために、 $f(t)$ と $g(t)$ の関数が温度の減少、増

$$f(t) = \exp(-t/\tau_{au1})$$

$$g(t) = 1 - \exp(-(t - t_0)/\tau_{au2}) \quad t \geq t_0$$

(式8)

(式9)

$$0 \quad t < t_0$$

後述するように記録波形は記録クロックに同期していることが回路の実現上非常に都合が良い。そこで時間 $t$ を $1 - 7$ 変調の検出窓幅 $Tw$ を単位にして表すことにする。 $K P_{as'}$ を80度、 $K' Pw'$ を100度、遮断時間を $Tw$ 、 $T(2Tw)$ の温度誤差を±10度以内とすると、この条件を満足する $\tau_{au1}$ と $\tau_{au2}$ の組合せは図7のようになる。この数値は光磁気記録膜、特許願59-211320『光磁気記録材料』に述べた媒体を用い、線速度9.4m/s、 $Tw$ が40nsの時にエッジシフトが $Tw$ の10%以内になる条件である。四角の領域は減衰増加の割合が早いのですぐに定常状態に達する領域を表している。遮断により熱のバランスがとれているのが棒上の領域であり、前述の $Pw'$ 、 $P_{as'}$ 、 $f(2Tw)$ 、 $g(2Tw)$ の4つの組合せによって決まる領域である。4つの組合せのそれぞれの要素が変動しても温度誤差を小さくするためには領域として四角の領域を選択することが望ましい。その中でも $\tau_{au1}$ を0.4以下にすると $K' Pw'$ の影響が大幅に抑えられるので遮断時間と $\tau_{au2}$ に対する許容範囲が広がって来る。記録方式としてマーク長記録を用い、MC AV記録を行うと半径位置によって $Tw$ の絶対時間は変化するが、遮断時間、時定数を $Tw$ で規格化しておくとこれまでの結果はすべて成立する。

【0029】次に記録パルスの別の実施例について述べ

ークエッジのシフトにほとんど影響がないような温度誤差の中になくてはならない。これを満足させるためには $Pw'$ 、 $P_{as'}$ 、 $f(2Tw)$ 、 $g(2Tw)$ の組合せを考えなくてはならない。一方、 $Pw'$ 、 $P_{as'}$ の組合せは別の観点から決められてしまう。補助光と記録パルスと環境温度の定常時の関係を示す式3から

(式7)

加の割合を表す関数であることから1と0の間の値しかならないことを考慮すると $K P_{as'}$ と $K' Pw'$ はほぼ等しい方が $f(t)$ と $g(t)$ に対する許容幅が広くなつて都合が良い。 $f(t)$ と $g(t)$ は媒体の熱の伝導特性によって決まり、前述のごとく $f(t)$ は線速度と熱の伝導速度の関係できる。また $g(t)$ は膜の熱容量と線速度で決まる。今仮に、温度の減少、増加の割合が時間 $t$ の指数関数とし、時定数をそれぞれ $\tau_{au1}$ 、 $\tau_{au2}$ 、補助光遮断時間を $t_0$ とする。

【0028】

る。これまでの実施例では図3、4において1-7変調の最短マークを記録するためには、 $Tw$ のパルスと記録クロックパルス1つの組合せを使用している。ここで記録クロックは一般的には $Tw$ 周期のものが発振されるのでこれを使用するのが回路の都合上便利である。実際にも転送レートが4MB/s近くになると倍周期のクロックを作成することは困難となる。しかし、記録パルスに対応したパワーレベルが1つでこのパルスの組合せをもちいて最短マークを記録でき、かつ後に続く記録クロックパルス1つ毎にマーク長さが $Tw$ づつ増加させることができるのは、記録媒体の熱特性が限られる。前述の時定数でいうとかなり大きな値の場合である。種々の熱特性の媒体でも対応できる波形としては図8のように最短マークを長さ $a$ の記録パワー変化量 $w_1$ のパルスで記録する。補助光とこの記録パルスの組合せで所望の幅と、1.33Tの長さを持った最短マークを記録できる。次に $Tw$ 毎に続くマークを記録するときには前述の記録クロックを用いて、記録パワー変化量を $w_2$ として記録する。マークの幅をマーク長さによらず一定にするために、各記録クロックごとの最高到達温度を一定にする。図8においてタイミング $t_2$ から $t_6$ までの各点における温度を求めてみる。パルス照射により熱の増加を表す関数として $h(t)$ 、パルス停止により熱の減少を表す関数を $1(t)$ とすると記録パルスによる熱の増加は各

タイミングごとに図9に示す関係となる。簡単化のためにP, Q, Rと置換し、t2とt3での温度が等しくなるようにw2の条件を求めるとき、図9に示す関係となる。

$$w2 = R(1-P) w1/Q$$

このようにするとt4からt6の温度もほとんど等しくなる。

【0031】aのパルス幅は2Twのパルス幅から遅延線等を用いて作成する。2つの記録パルスのパワーレベルを用いることにより各パルスごとの最高到達温度を等しくできる。ただし、この方法の欠点は式10から明らかのように1つの媒体が決まっても記録パルス幅a, dの変動、およびレーザ駆動回路の立上り特性の変化等記録装置の変動があるQとRが変化するため各タイミング

$$w2 = (1 - P) w1$$

式11のようになる。この場合には媒体の特性が変わらなければ、記録パルス幅の変動、およびレーザ駆動回路の立上り特性の変化等記録装置の変動による影響は各タイミングでの温度変化を一様な割合で変化させるため、本発明のためし書きによりこれの影響をなくすことができる。すなわち、マーク長によらず一定の温度変化であるため補助光を変えることによって補正可能である。図8で記録クロックに同期させるためにはaとしてはTwに設定すれば良い。ただし、この時には幅と長さを合わせると幅の方を制御することが難しくなる。

【0032】試し書き動作と各種変動要因の関係を式7を用いて説明する。環境温度変動はTr1からTr2に変化したとき、補助光の変化Pa's'を変化させてTmaxを一定に保つようにする。記録媒体の膜厚変動や記録感度変動については記録の温度が変化することになるが、実効的にTmaxがTmax1からTmax2変化すると考えても良いので補助光の変化Pa's'を変化させてこの変化量を補うように制御することになる。記録パワー変動はPr、Pa's'、Pw'が変化することになるがこれも補助光の変化Pa's'を変化させてTmaxを一定にできる。このためにもKPa's'はK'Pw'と同じ程度の値でなくてはならない。記録再生装置による記録特性変動はK、及びK'の変動になるがこれも補助光の変化Pa's'を変化することによりTmaxを一定にできる。

【0033】さらに別の実施例を示す。用いた記録パルスの形状を示す模式図を図10に示す。記録パワーは3000 rpmの最内周位置で先頭のパルスと2番目のパルスのパワーを6.5 mWとし、そして3番目以降のパルスのパワーを6 mWとした。また、プリヒートのパワーは2.3 mW、パルス幅及びギャップ間隔はいずれも20 nsである。この間隔は、記録クロックから作製される。このパルスを用いてディスクに記録を行った。そして、記録パルスと記録パルスの間のパワーの低い部分を記録パルスの直後に設け、その期間は40 nsとした。これらの値は光磁気ディスクの媒体構造によって決まるものであり、

る。

### 【0030】

(式10)

ごとの温度が異なってしまい、修正することができない。しかし、図9のように記録クロックをそのまま使用し、最短マークを記録するパワーと後続パルスのパワーをそれぞれw1、w2と変えて、補助光と記録クロック2つで最短マークを形成するパワーw1を求める。ここでタイミングt1からt5での到達温度をもとめて、t2とt3での温度を等しくする条件からw2を求める。

(式11)

試験的に記録することによりパラメータを決定するなどして媒体間の互換性を確保できる。(1,7) RLL変調方式を用いて最長の5.33Tの後に最短の1.33Tを記録したときの再生信号波形と記録磁区の模式図を図12に示す。ここで、形成した磁区幅は0.7 μm、磁区長は最短で0.75 μm、最長で3.0 μmである。この図より最短磁区も最長の磁区も互いに影響を受けることなく、磁区幅はパターンの長さに依存せず一定であり、また長さも最短の1.33Tを5.33Tの後に3個記録した場合でも、いずれの1.33Tの磁区も同一の長さであることがわかる。(1,7)変調に基づく各種のパターンを記録したときの記録信号のパルス幅と再生信号の幅の差を図13に示す。この図より、形成された磁区長に依存しないで、その時のエッジシフトは検出窓幅の5%以下であった。

【0034】また、記録/再生/消去を繰返したところ、 $5 \times 10^7$ 回の繰返し後でもキャリアレベル及びノイズレベルの変化は見られなかった。

【0035】パルス形状として図10以外にも図11と図14に示すいずれの形状の波形を用いても同様の効果が得られた。ここで、パルス及びそのギャップ間隔はいずれも20 nsとした。先頭のパルス幅は、パターンIでは7.5 mWが適当であり、また、パターンIIでは6.7 mWが最適であった。しかし、これらの値は用いる媒体によって選ばれるものである。

【0036】さらに別の実施例を示す。用いた記録パルスの形状を示す模式図を図15に示す。記録パワーは3000 rpmの最内周位置で先頭パルスのパワーは6.7 mWとしてその後のパワーは6 mWとした。また、プリヒートのパワーは2.3 mW、先頭のパルス幅は55 nsとして、その後のパルス幅及びギャップ間隔はいずれも20 nsである。このパルスを用いてディスクに記録を行った。(1,7) RLL変調方式を用いて最長の5.33Tの後に最短の1.33Tを記録したときの再生信号波形と記録磁区の模式図を図16に示す。ここで、形成した磁区幅は0.7 μm、磁区長は最短で0.75 μm、最長で3.

0  $\mu$ m である。この図より最短磁区も最長の磁区も互いに影響を受けることなく、磁区幅はパターンの長さに依存せず一定であり、また長さも最短の1.33 T を5.33 T の後に3個記録した場合でも、いずれの1.33 T の磁区も同一の長さであることから、前の磁区から熱の影響を受けていないことがわかる。(1, 7) 変調に基づく各種のパターンを記録したときの記録信号のパルス幅と再生信号の幅の差を図 17 に示す。この図より、形成された磁区長に依存しないで、その時のエッジシフトは検出窓幅の5%以下であった。

【0037】また、記録／再生／消去を繰返したところ、 $5 \times 10^7$  回の繰返し後でもキャリアレベル及びノイズレベルの変化は見られなかった。

【0038】パルス形状として図 15 以外にも図 18 に示すいずれの形状の波形を用いても同様の効果が得られる。

【0039】本発明の試し書きを実現するためのレーザ駆動回路の具体的な構成を図 19 に示す。各記録波形のパワーに対してそれぞれ電流源、Iw1, Iw2, Ias, Ir をレーザの電流光変換効率、光ヘッドの効率を考慮して所定のパワーになるように設定しておく。ここで Iasだけは試し書きにより制御するので可変できる用にしておく。各電流をレーザに流すか流さないかをカレントスイッチによって各記録パルスによって制御する。この回路では+駆動で応答性をあげるために pnp タイプを使用せず、n-p-n タイプでスイッチングするため特殊な駆動回路構成となっている。すなわち、電流源 I は最大電流を定的に流しておき、カレントスイッチによってカレントスイッチ側にある電流源の電流値分のみレーザに流れる電流を減少させる構成となっている。従って、カレントスイッチを制御するパルスは光記録波形とは極性が反転したものでなくてはならない。本発明の試し書きではデータの区切れ目を示すセクタごとに前述の記録パターンを補助光の大きさを変化させて1 トラック記録する。セクタ数は5. 25インチの径で線密度が0. 56ミクロン/ビット程度とするとMCAV記録方式では内周でも32個はある。例えば一回の試し書きでは補助光の変化量を5段階変化させる。初めには大きく5段階変化させる。これは最初にディスクをローディングした時、及びディスクが替えられたときに行う。次に大きく変化したどの変化量の間にあるかを判定して、その間をさらに分割して5段階に変化させる。試し書きの手順を図 20 に示す。試し書きの頻度としては一番厳しい条件は装置の電源を入れたときから熱のバランスがとれる温度に達するまでである。回路の発熱条件等にもよるが最大でも5分間で10°C 程度の温度上昇になって

いる。初期に設定すれば、5分間ごとでも十分に制御できる。

#### 【0040】

【発明の効果】本発明によれば、記録媒体の膜厚変動や環境温度変動による記録媒体に対する記録感度変動および記録再生装置による記録感度変動も抑圧し、記録再生装置と記録媒体との適合性を向上させるとともに、高精度に記録マークを制御できるので、記録再生装置の信頼性及び記憶容量や情報の転送レートを向上させる効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を説明するための装置ブロック図

【図2】一実施例の動作を説明する流れ図

【図3】本発明の一実施例の記録方式と記録された記録マークの関係の説明概念図

【図4】本発明の他の実施例の記録方式と記録された記録マークの関係の説明概念図

【図5】本発明の試し書きの記録パターンの説明図

【図6】本発明の試し書きの制御信号検出回路ブロック図

【図7】熱時定数と熱遮断後の温度誤差の関係を表す説明図

【図8】記録波形の一つの実施例を説明する図

【図9】記録波形のもう一つの実施例を説明する図

【図10】記録信号波形を示す図

【図11】記録信号波形を示す図

【図12】再生信号波形と記録磁区形状を示す模式図

【図13】エッジシフトのパターン依存性を示す図

【図14】記録信号波形を示す図

【図15】記録信号波形を示す図

【図16】再生信号波形と記録磁区形状を示す模式図

【図17】エッジシフトのパターン依存性を示す図

【図18】記録信号波形を示す図

【図19】レーザ駆動回路の実施例を説明する図

【図20】試し書きの手順のフローチャート図

#### 【符号の説明】

3 …… 試し書き器

5 …… 記録波形生成器

6 …… APC

1 2 …… 入力切り替え器

1 6 …… 比較判別器

2 1 …… 記録パルス列

2 2 …… 記録補助パルス

2 3 …… 記録マーク

【図1】

【図5】

1

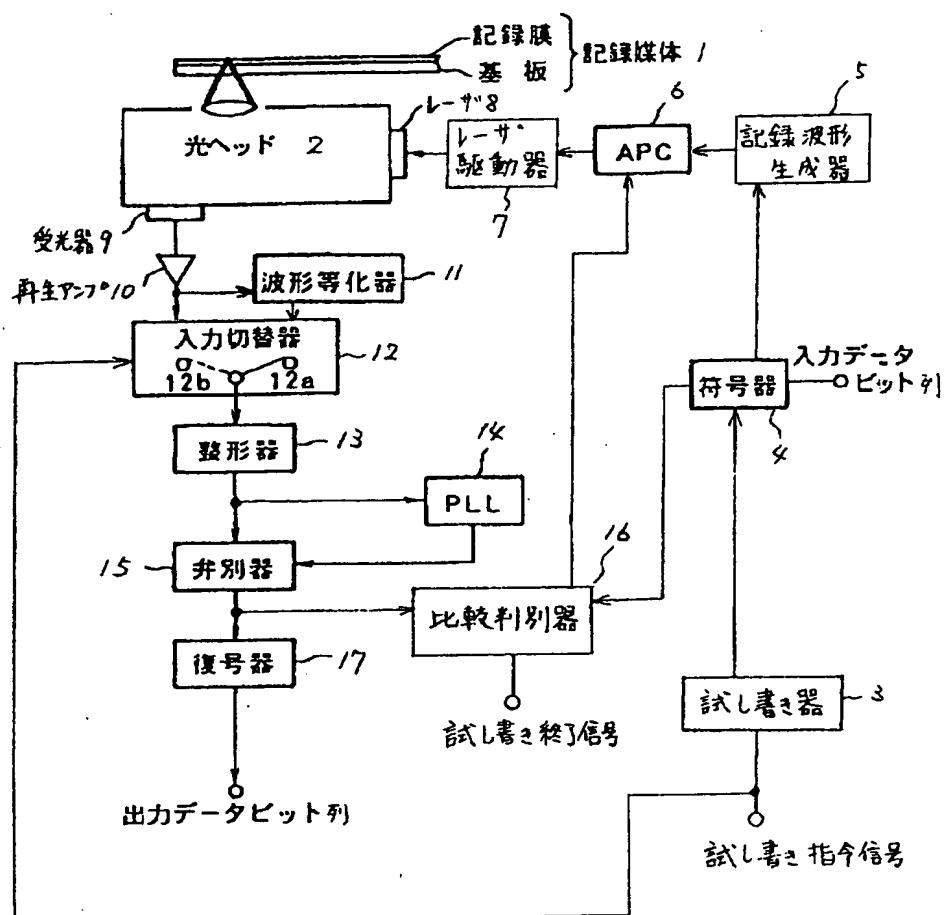
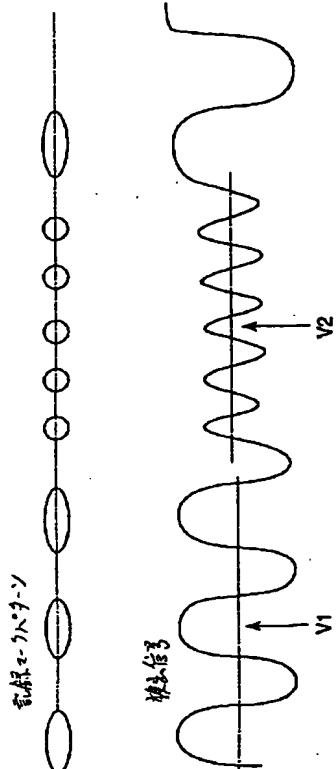


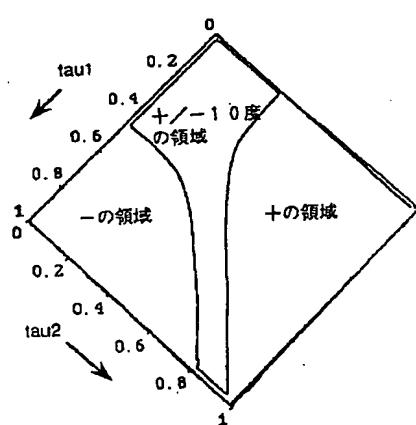
図5



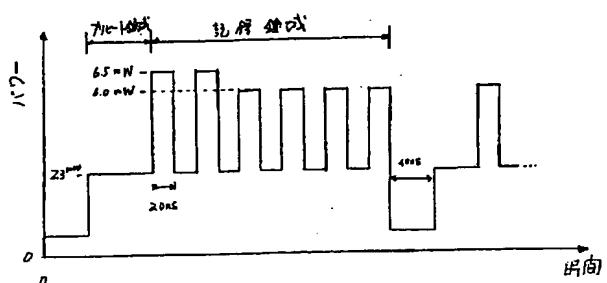
〔图7〕

【図10】

四 7

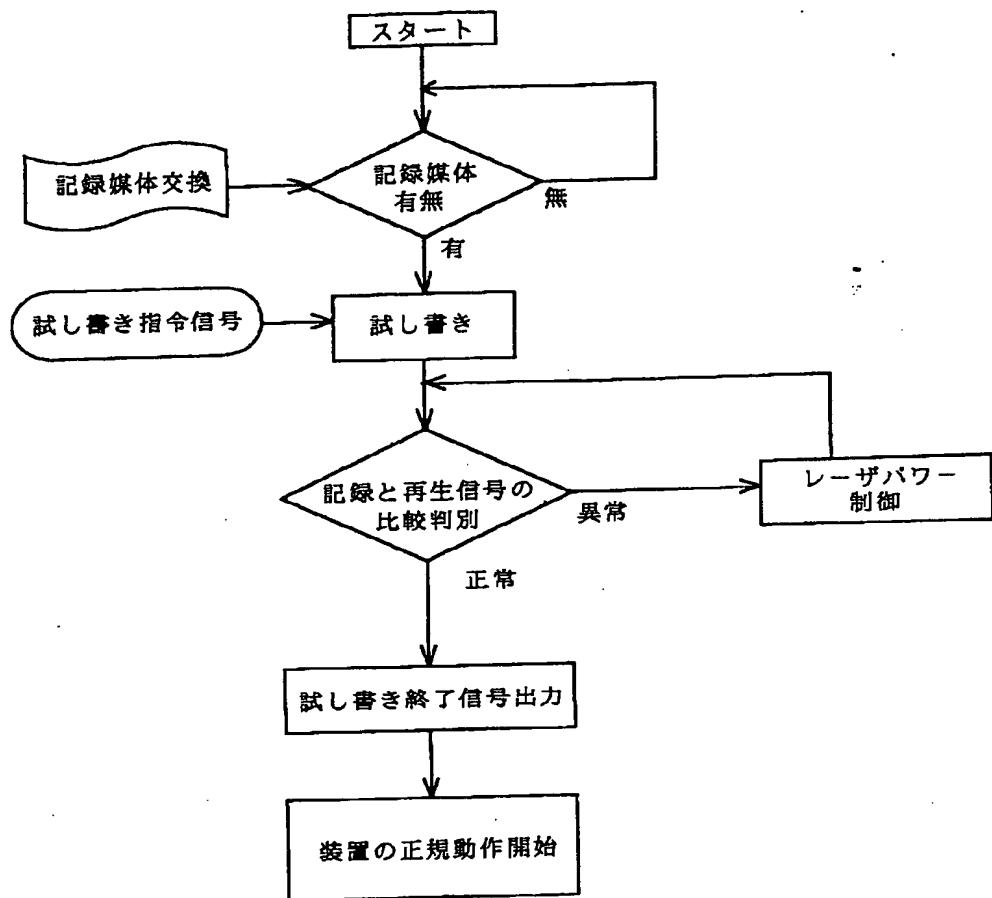


10



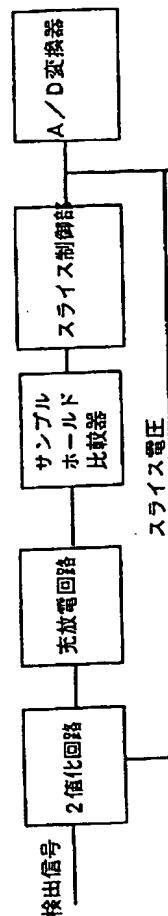
【図2】

図2

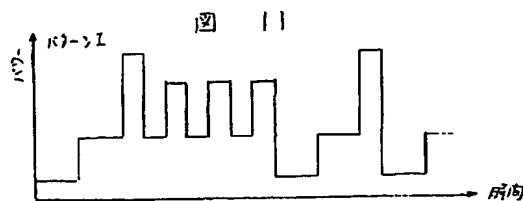


【図6】

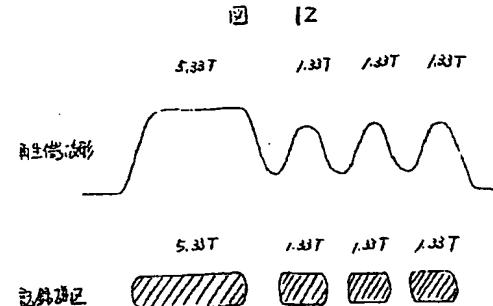
図6



【図11】

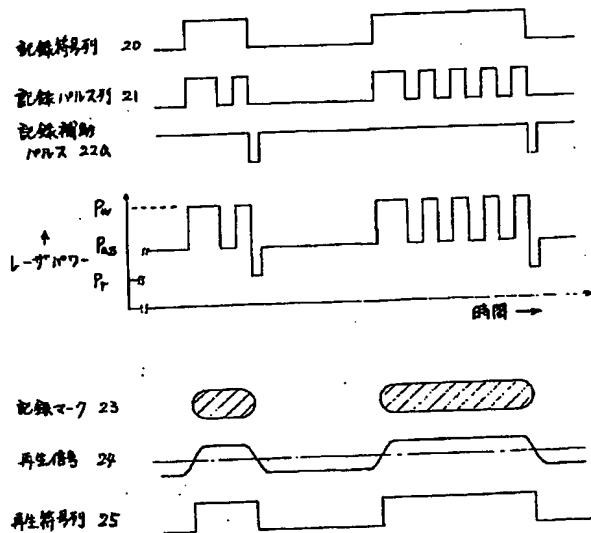


【図12】



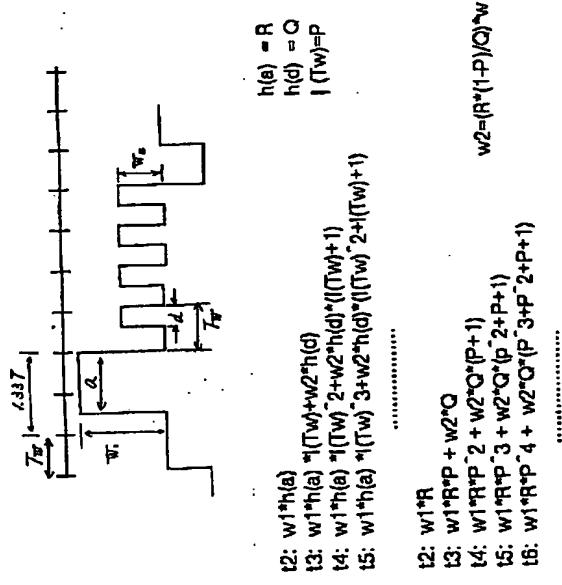
【図3】

四 3

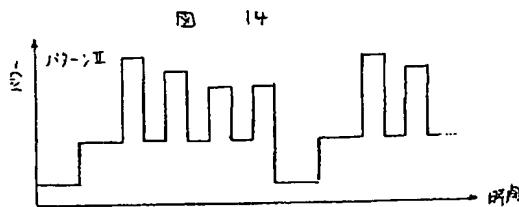


〔図8〕

圖 8

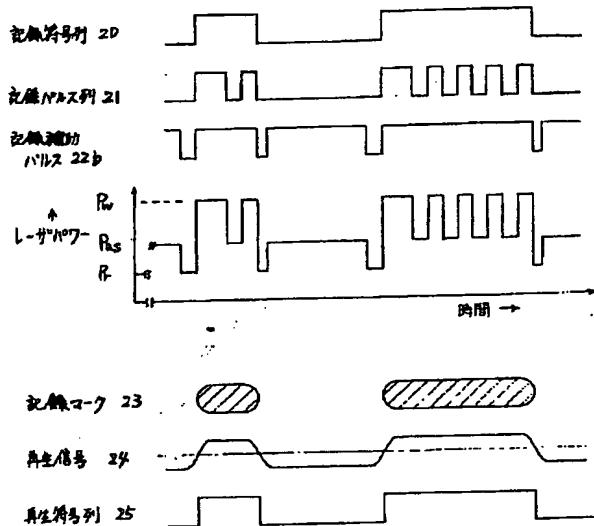


【図14】



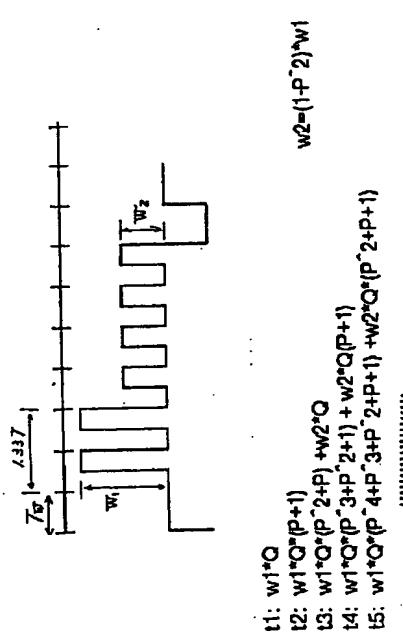
〔図4〕

图4



[図9]

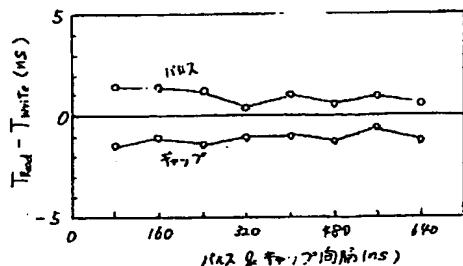
圖 9



$$m2 = (1 - p^2) m1$$

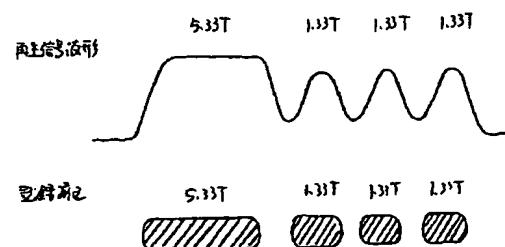
【図13】

図 13



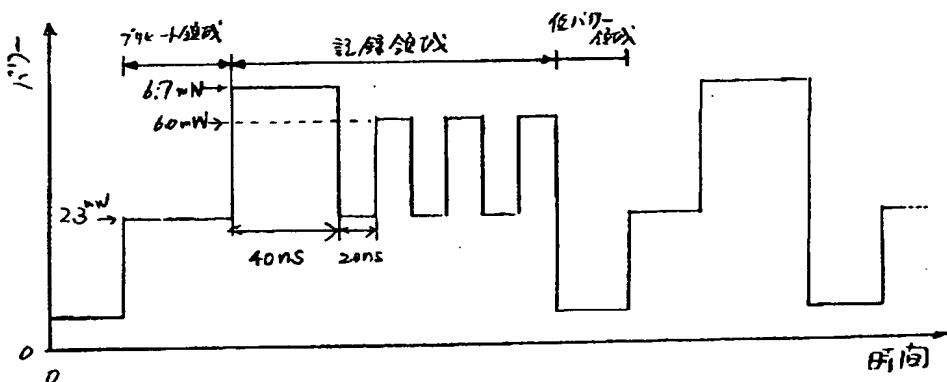
【図16】

図 16



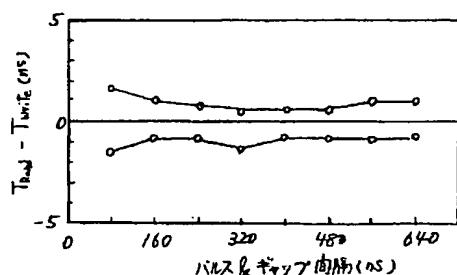
【図15】

図 15



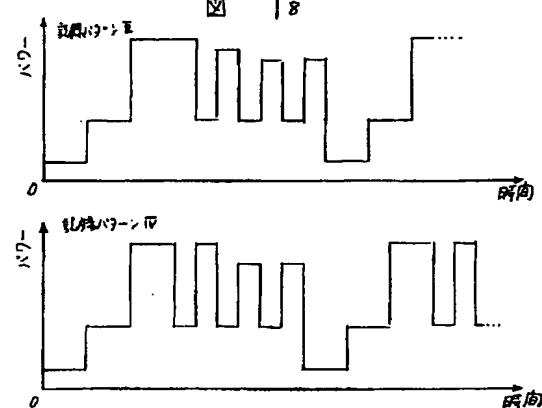
【図17】

図 17

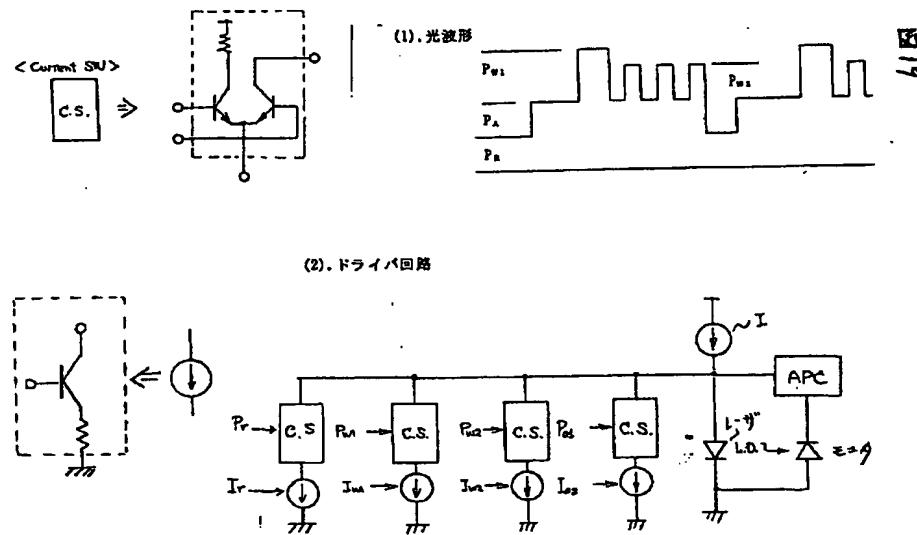


【図18】

図 18

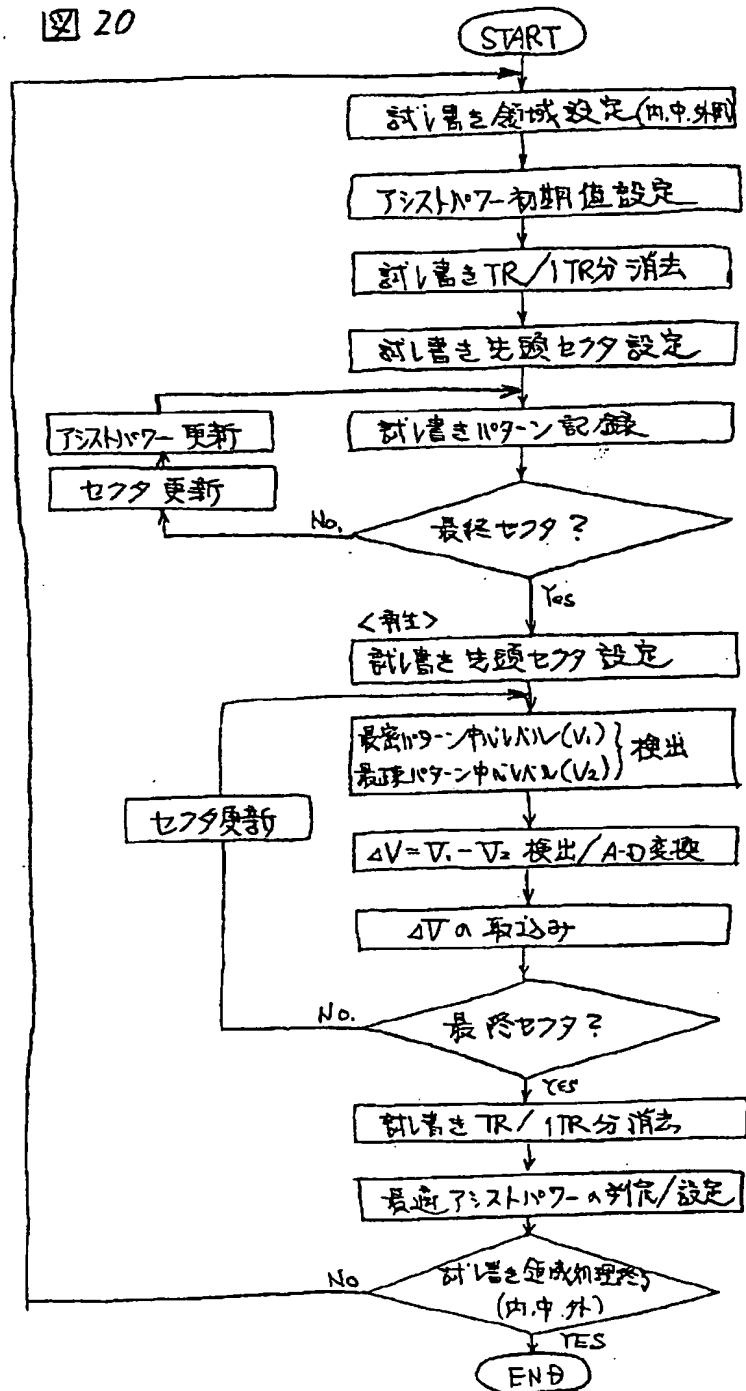


### 【图 19】



【図20】

図20



フロントページの続き

(72) 発明者 前田 武志  
 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
 株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 賀来 敏光  
 神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会  
 社日立製作所小田原工場内

(72) 発明者 三田 誠一

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会  
社日立製作所小田原工場内

(72) 発明者 重松 和男

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会  
社日立製作所小田原工場内